溶磷菌的作用及應用研究

楊秋忠(1) 張淳堂(2) 張鳳屏(3)

(1) 中興大學
(2) 興農公司
(3) 茶業改良場

摘 要

磷素是一般農業生產上植物所必需的大量營養素之一。土壤中磷素存在的形式，包括無機態及有機態。磷肥施入土壤後，磷素將被固定形成不易溶解型，將導致不易被植物吸收。磷素在土壤中的移動較差，不易被水流失，常在農田中累集。溶磷菌的作用即在溶解此類累集的無機及有機結合的磷素。

溶磷菌的種類甚多，包括細菌、放線菌及眞菌等，其中菌根眞菌經研究也能促進根圈中溶解無機結合磷，此外，研究結果顯示溶磷細菌可溶解磷酸三鈣，生物分析結果顯示部份菌株對胚根生長有明顯增進作用。本研究室篩選之溶磷細菌種，經田間花生、扁柏、銀合歡、茶等，均有增產的功能，尤其配合菌根菌之應用，將更增加接種效應穩定的功效。溶磷菌的應用效果，已被證明在某些土壤中，可以達到增產的成果。除了溶解土壤中不易溶解的磷素外，部份篩選之溶磷菌能促進根系之伸展，有利營養之吸收，可能與植物賀爾蒙之形成有關，此有待進一步研究證明。

關鍵字: 溶磷菌、菌根菌、磷肥

前 言

磷素是肥料三要素(氮、磷、鉀)之一，是一般農業生產上，植物所必需的大量營養素。土壤中磷素存在的形式，包括無機態及有機態，無機態常與鈣、鐵、鋁結合，呈不易溶解型，導致不易被植物吸收;有機態磷則存在於許多與磷酸鍵結的有機化合物上，如磷酯、植酸鈣鎂(phytins)及核酸等等[34]。

土壤中的無機態磷以結合型式存在愈多，對植物的有效性磷就愈少，因此磷肥在每期作物生產中常需要施用，否則，產量或品質就受到影響，但磷肥的回收率甚低，約在20%以下，所餘的磷肥，可能幾乎都被土壤所固定結合。又因磷素在土壤中的移動較差，不易被水流失，田間前期作未吸收的磷肥被固定結合，植物也無法大量再吸收到這些被固定的磷，此即每一期作物需施用磷肥的原因。溶磷菌的作用即在溶解無機及有機結合的磷素。本文主要是在瞭解溶磷菌的種類及作用，並進而在瞭解台灣本土溶磷菌應用的研究。

磷在土壤中的特性

磷肥施於土壤後，由磷在土壤中的動態[41]圖一得知，僅作物與動物移去一部分的磷，淋洗造成輕微的流失，大部分的磷在土壤循環中仍以鈣結合磷、鋁結合磷、鐵結合磷形態存在[34]。

常見土壤無機磷酸鹽中以鈣結合磷種類較多[17]。磷在土壤中的化合態受pH值影響很大，間接影響植物生長時對有效磷的供應；磷在土壤pH值6.5時對植物有效性最高[37]，在鹼性土壤與鈣結合形成難溶性鈣結合磷，在酸性土壤與鋁、鐵結合形成難溶性鋁結合磷及鐵結合磷，對植物的吸收引起阻礙[30]。

溶磷菌的種類

土壤微生物中，具有溶磷性質的微生物，包括有細菌、放線菌及眞菌等，如表一所示。常見如細菌的*Pseudomonas*、*Mycobacterium Micrococus*、*Bacillus*、與*Flavobacterium*等，眞菌如*Aspergillus*、*Penicillum*等，放線菌如*Streptomyces*等[39]。Halder等人[24]研究發現根瘤菌(*Rhizobiuleguminosarum*、*R.melioti*、*R.loti*、*Brady-rhizobium japnicum*等)分泌有機酸(2-ketogluconic acid)可自磷礦石溶出1.4%至47%之磷量;亦有報導固氮菌(*Azotobacter*及*Beijerinckia*)具有溶解(磷酸三鈣、磷酸鐵、摩洛哥磷礦粉)現象[1]，可知溶磷菌除溶磷能力外部分菌種尚具固氮功能。

溶磷作用的機制

溶磷作用產生的原因爲直接產生有機酸或間接生成無機酸造成難溶性磷酸鹽中磷酸根的釋出，或分泌酵素加速有機磷的礦質化而釋出磷酸根，但其眞正溶磷機制尙需進一步明瞭其可能之機制如下[10]:

一、對無機磷的溶解作用的機制包括下列可能方式

1. 分泌有機酸:如lactic acid、glycolic acid、oxalic acid、citric acid及2-ketogluconic acid等，溶解結合磷，將難溶性無機磷的磷酸根被釋出[8,13,14,15]。
2. 產生無機酸:硫化菌與硝化菌進行化學自營作用時產生硫酸與硝酸，使磷酸根被釋出。
3. 微生物的呼吸作用產生CO_2: 在土壤溶液中形成碳酸，使難溶性的鈣結合磷溶出磷酸根。
4. 硫化菌在厭氣狀態下產生大量H_2S: 進入土壤溶液中解離成H^+與S^{2-}，S^{2-}與磷酸鐵中的鐵結合形成難溶性之硫化亞鐵，使磷被釋出。
5. 分解有機質腐植酸(humic acid)及黃酸(fulvic acid): 此二種酸可與鈣、鋁、鐵結合形成鉗化合物，而釋出磷。

二、對有機磷的礦質化作用的機制包括下列可能方式

土壤有機磷主要來自有機物，以植酸鹽(phytin)、磷脂質(phospholipid)、核酸及核蛋白等形態存在溶磷菌對有機磷的礦質化主要是以分泌酵素方式進行作用。

1. 分泌植酸脫磷酵素(phytases): 分解植酸而釋出磷酸根。
2. 分泌核酸分解酵素(nucleases): 溶磷菌以核酸爲唯一的碳源、氮源與磷源，核酸分解酵素(nucleases)分解核酸，而釋出磷酸根。

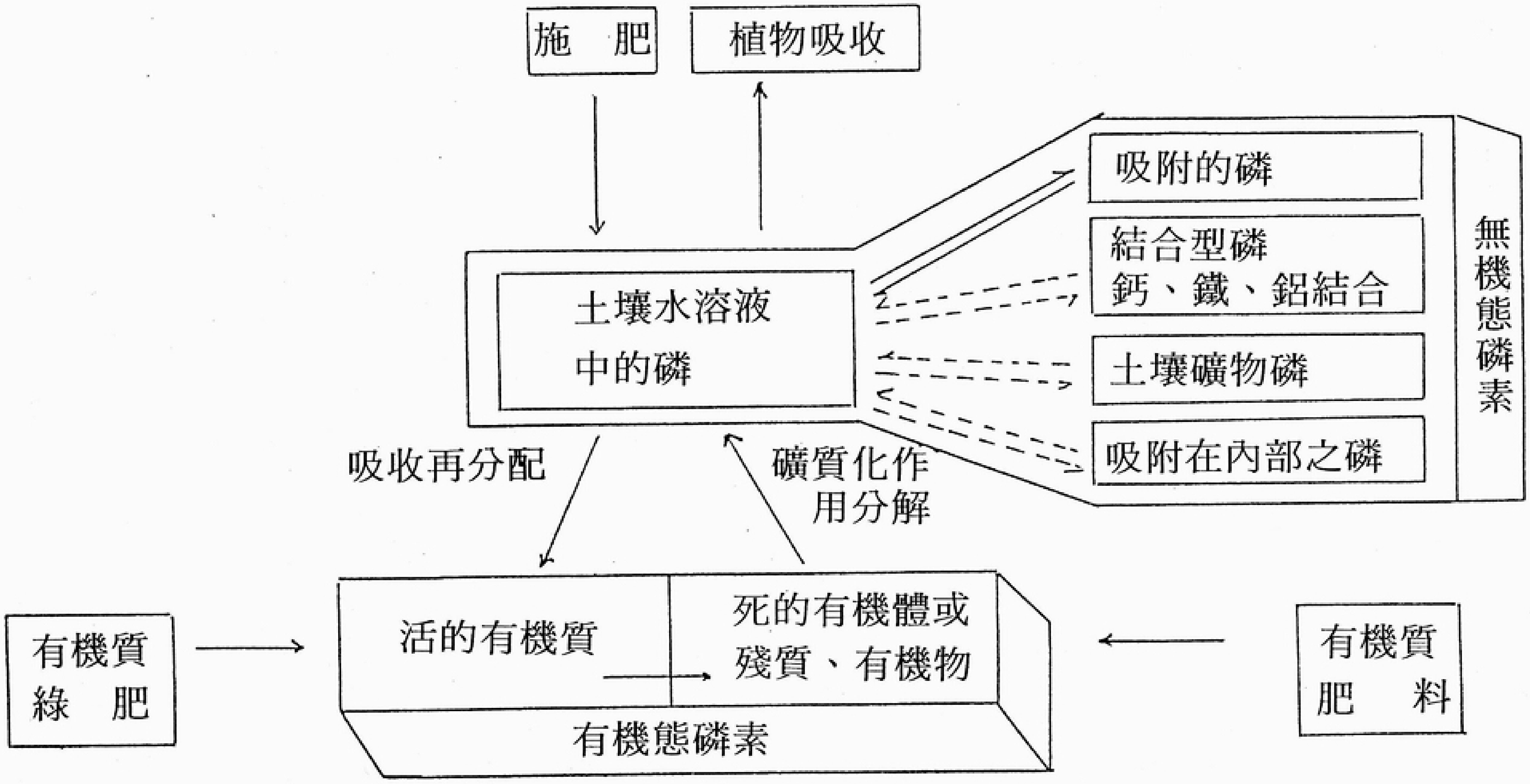

圖1　土壤中的磷素動態系統

3. 分泌磷脂酵素(phospholipases): 水解磷脂質，而釋出磷酸根[20]。

4. 分泌有機酸: 水解有機磷而釋出磷酸根

土壤環境與溶磷菌分布之關係

Sperber[38]發現在未栽植任何作物之土壤的分離菌株中僅10-17%具溶磷能力，而栽植苜蓿、裸麥、多年生裸麥以及小麥的根圈土壤之分離菌株中，分別有32%、28%、41%與26%具有溶磷能力，不但溶磷菌佔的比例增加，總菌數亦增加。Louw與Webley[29]亦發現同樣的根圈效應(rhizospheric effect)所以植物根部可以藉此增加所能吸收的有效磷源。而Gupta等人[23]亦報導草原與森林土壤之溶磷菌族群遠大於耕作土壤，可能導因於有機質含量的差異。Subba Rao[39]亦提及溫暖與潮濕地區的土壤溶磷菌族群大於乾旱地區的土壤但Yahya與Al-Azawi[40]卻認為土壤環境因子如電導度、有效磷含量、陽離子交換能力、土壤水分、有機質和pH等與溶磷菌數量之相關性並不顯著。張及楊[2，5]在茶園土壤所作調查結果顯示，雨量少、氣溫低及根系疏鬆降低溶磷細菌族群，與土壤pH值、有機質、有效性磷、交換性鉀、鈣與鎂無明顯相關。

溶磷菌對植物之影響

溶磷菌對植物生長之影響，已有學者作過許多研究報告，僅就國內外曾報導之例子概述如下:

一、溶磷細菌對植物生長之影響

1. 在石灰質土壤(calcareous soil)接種溶磷細菌促進大麥(*Hordeum vulgare*)[27]、高粱(*Sorghum helepensis*)[35]、蠶豆(*Vicia faba*)[26]、豌豆(*Pisum sativum*)[25]與*Lolium multiflorum*[22]等作物的生長及磷的吸收。

2. 在酸性土壤種植美洲赤松(*Pinus resinosa* Ait.)苗木，接種可溶解磷酸鈣的溶磷細菌(*Pseudomonussp.*)促進苗木生長的效果較磷肥處理為明顯[33]。

3. 水稻在酸性土壤施用磷礦石或磷酸鈣，接種具溶磷能力且能產生植物生長荷爾蒙(phytohormone)IAA的溶磷細菌(*Bacillus firmus*)，可增加穀粒中磷含量及促進生長[21]。

4. 小麥接種溶磷細菌(*Bacillus megaterium* var. *phosphaticum* and *Bacillus circulans*)促進小麥與紅豆cowpea的產量與磷吸收，且同時增進豆科植物(cowpea)的固氮作用[13，14，15]。小麥接種溶磷細菌(*Beijerinckia india*)，植體含磷量增加41%。花生在紅壤中接種溶磷細菌(*Beijerinckia india*)明顯減少空殼現象且增產29%[1]。

5. 本研究室在溶磷菌之作用上，曾對花生、萵苣、銀合歡、扁柏等之單一接種均有促進生長之功效。茶園連作土壤接種溶磷細菌明顯促進台茶12號扦插苗的生長[2，5]。

二、溶磷真菌對植物生長之影響

1. 在石灰質低磷土壤施用磷礦石，接種溶磷真菌(*Penicillium bilaji* and *Penicillium fuscum*)，增加小麥植體磷吸收達14%及16%植體乾物重[11]。

2. 接種*Penicillium* sp.及兩種*Aspergillus foetidus*，配合磷礦石施用亦增加高梁磷之吸收與乾物產量[36]。

3. 接種溶磷眞菌(*Penicillium bilaji*)並施用磷礦石(Florida rock phosphate)促進canola(*Brassica napus* L.)對磷的吸收與植體乾物重[28]。

三、溶磷細菌與囊叢枝菌根眞菌(VAMF)對植物生長之影響

4. 在低磷鹼性土壤施用磷礦石，並接種VAMF(*Glomus fasciculatus* and *Glomus mosseae*)及溶磷細菌(PSB)(*Pseudomonus* sp. and *Agrobacterium* sp.)對香浴草(lavender)可增加磷之吸收與乾物產量[12]。接種PSB與VAMF在加入磷礦石(Bayovar rock phosphate)的培養基上明顯促進alfalfa的生長[31]。

5. 掌栗(finger millet)接種VAMF(*Glomus fasciculatus*)與PSB(*Bacillus circulams*)，發現對磷的供應及乾物產量有互利效應(synergistic effect)[32]，此因溶磷細菌產生有機酸而溶解更多的磷[16]，或產生Vitamin B_{12}、riboflavin、niacin、pantothenate及biotin[18，19]提供VAMF的發育，故同時對作物有互利的效應。

6. 菌酸性土壤種植銀合歡、相思樹及楓樹，接種VAMF(*Glomus* sp.)與PSB(*Pseudomonus* sp.)有促進生長效果及互利的效應[42]。聯合接種PSB與VAMF對青心烏龍扦插苗生長具累加效果[2，5]。

四、溶磷細菌與根瘤菌(*Rhizobium*)對植物生長之影響

聯合接種根瘤菌(*Rhizobium*)與PSB(*Pseudomonus striata*或*Bacillus polymyxa*)明顯增加埃及豆(chickpea)的乾物重、果實產量、植體氮與磷的吸收[9]。

五、固氮溶磷菌對植物生長之影響

本研研究室經分離純化獲得禾本科根圈固氮菌共計2314株，進一步作溶解磷酸鈣、磷酸鐵、固氮能力等三種活性試驗，其中經挑選其中28株表現優良的菌株進一步作生物分析試驗，生物分析的結果，顯示菌株中對莖生長只有2株爲優，因此，結果顯示微生物接種劑之篩選工作甚爲重要。

六、菌根菌溶磷功效之確立:

菌根菌是屬於共生眞菌，在根圈周圍有增加根系吸收之表面積，因此，對不易在土壤中移動的磷肥，則促進吸收之量爲最明顯。菌根菌在生態調查上已有報導[4]，楊等[6]及Young[43]以大豆在四種不同土壤中証實菌根菌對根圈土壤中不易溶解性的鈣結合磷及鐵結合磷均有促進被吸收的功效。楊等[7]在玉米試驗中發現菌根菌可促進磷礦石的功效。

溶磷菌及其他微生物接種劑之應用方法

微生物接種劑的形態包括液劑及固劑二種，在應用上可依不同作物需要而接種微生物，可在種子、植株、穴植、苗床及田間使用，方法甚爲簡單方便，最重要就是要作物與菌種有接觸[3]。

一、液態生物肥料之應用方法

1. 幼苗接種的方法:

(1) 浸苗法:以5～10倍之稀釋液浸苗，浸入液體沾濕後立即取出即可。

(2) 噴苗法:當樹苗很多時，可用5～10倍之稀釋液放入噴筒中噴濕根部即可。

2. 種之方法:

(1) 播種前浸入或噴濕法:將種子與原液或5～10倍稀釋液浸入或噴濕，使種子與液態生物肥料接觸後再播種。

(2) 播種覆土前噴濕法:將原液或5～10倍稀釋液噴在苗床上未覆土的種子上，使種子沾濕後，再覆土。

3. 種植後之接種方法:

將100倍之稀釋液灌入種植之根部即可，或以10倍之稀釋液在雨後噴入土中也可。

二、固態生物肥料之應用方法:

1. 幼苗接種的方法:

將固態生物肥料先入穴中或條行中，再種植幼苗，使幼苗根部能與生物肥料接觸。

2. 種的方法:

(1) 大種子接種:

A. 包覆種子法:將種子直接加入黏著劑(如CMC)粉及少量的水後，再加入固態生物肥料包覆種子，所以種子外覆有一曾固體生物肥料。

B. 土中接觸法:將固態接種劑施入土中後，再將種子放在固態接種劑上方；再覆土即可。

(2) 小種子接種:

A. 混合方法:將小種子與固態接種劑以一定比例均勻混合後，再將混合物施入苗床上，達到種子分散，混合比例依施入量及發芽率而定，原則上施入土中後種子即在固態接種劑中。

B. 土中接觸法:如上述大種子之方法，將固態接種劑施入土中後，再將種子放在固態接種劑上方，再覆土即可。

參考文獻

1. 尹瑞齡 1991 自生固氮菌的溶磷作用。土壤6期(中國大陸)。

2. 張鳳屏 1991 茶園土壤中囊叢枝菌根菌與溶磷細菌之調查及應用。國立中興大學土壤學研究所碩士論文。

3. 楊秋忠 1993 土壤與肥料(第五版)。農世股份有限公司、台中。

4. 張鳳屛、楊秋忠 1992a 囊叢枝菌根菌在茶園土壤中之生態調查。台灣茶業研究彙報 11:63-77。

5. 張鳳屛、楊秋忠 1992b 囊叢枝菌根菌與溶磷細菌對塑膠袋茶樹扦插苗生長之影響。台灣茶業研究彙報 11:79-89。

6. 楊秋忠、莊作權、郭鴻裕 1984 接種內生菌根對大豆生長、生產、固氮作用及礦物磷利用之效應・中華農學會報 128:29-42。

7. 楊秋忠、趙震慶、張永輝 1986 台灣酸性土壤接種菌根菌及施用磷礦石粉對玉米生長之影響・中華農學會報 新 136:25-24。

8. Agnihotri， V.P. 1970. Solubilization of insoluble phosphates by some soil fungi isolated from nursery seedbeds. Can. J. Microbiol.16:877-880.

9. Alagawadi， A.R. and A.C. Gaur. 1988. Associative effect of *Rhizobium* and phosphate-solubilizing bacteria on the yield and nutrient uptake of chickpea. Plant Soil 105:241-246.

10. Alexander， M. 1977. Introduction to Soil Microbiology. 2nd. ed. John Willey & Sons， New York.

11. Asea， P. E. A.， R. M. N. Kucey and J. W. B. Stewart. 1988. Inorganic phosphate solubilization by two *Penicillium* species in solution culture and soil. Soil Biol. Biochem. 20:459-464.

12. Azcon， R.， J. M. Barea and D. S. Hayman. 1976. Utilization of rock phosphate in alkaline soil by plants inoculated with mycorrhizal fungi and phosphate-solubilizing bacteria. Soil Biol. Biochem. 8:135-138.

13. Bajpai， P. D. and W. V. B. Sundara Rao. 1971a. Phosphate solubilizing Bacterial. Part I. Solubilization of phosphate in liquid culture by selected bacteria as affected by different pH values. Soil Sci. Plant Nutr. 17:41-44.

14. Bajpai， P. D. and W. V. B. Sundara Rao. 1971b. Phosphate solubilizing bacteria. Part II. Extracellular production of organic acids by selected bacteria solubilizing insoluble phosphate. Soil Sci. Plant Nutr. 17:44-45.

15. Bajpai， P. O. and W. V. B. Sundara Rao. 1971c. Phosphate solubilizing bacteria. Part III. Soil inoculation with phosphorus solubilizing bacteria. Soil Sci. Plant Nutr. 17:46-53.

16. Banik， S. and B. K. Dey. 1982. Available phosphate content of an alluvial soil as influenced by inoculation of some isolated phosphate-solubilizing microorganism. Plant Soil 69:353-364.

17. Barber， S. A. 1984. Soil Nutrient Bioavailability. John Wiley & Sons， New Yowk.

18. Barea， J. M.， E. Navarro and E. Montoga. 1976. Production of plant growth regulators by rhizosphere phosphate-solubilizing bacteria. J. Appl. Bacteriol. 40:129-134.

19. Baya， A. M.， R. S. Boethling and A. Ramos-Cormenzane. 1981. Vitamin production in relation to phosphate solubilization by soil bacteria. Soil Biol. Biochem. 13:527-531.

20. Chhonka， P. K. and J. C. Taraedar. 1984. Accumulation of phosphatases in soils. J. Indian Soc. Soil Sci. 32:266-272.

21. Datta，H.，S. Banik and R. K. Gypta. 1982. Studies of the efficient of a phytohormone producing solubilizing *Bacillus firmun* in augmenting paddy yield in acid soils of Nageland. Plant Soil 69:365-373.

22. Fernandez，M.，C. Cadahia，A. Garate and R.M. Esteban. 1985. The electro-ultrafiltration method for controlling the effect of *Bacillus cereus* on phosphorus mobilization in a calcareous soil. Biol. Fert. Soils 1:97-102.

23. Gupta，R. D.，K. R. Bherdwaj，B. C. Morwan and B. R. Tripathi. 1986. Occurrence of phosphate dissolving in soils of north-west Himalayas under varying biosequence and climosequence. J. India Soc. Soil Sci. 34:498-504.

24. Halder，A. K.，A. K. Mishra，P. Bhattacharyya and P. K. Chakrabartty. 1990. Solubilization of rock phosphate by *Rhizobium* and *Bradyrhizobium*. J. Gen. Appl. Microbio. 36:81-92.

25. Kabesh，M. O.，M. S. Saber and M. Yousry. 1975. Effect of phosphate-dissolving bacteria and phosphatic fertilization on the P uptake by pea plants cultivated in calcareous soil. Z. Pflanzenernahr. Bodenkd. 6:605-611.

26. Khalafallah，M. A.，M. S. M. Saber and H. K. Abd-El-Maksoud. 1982. Influence of phosphate-dissolving bacteria on the efficiency on superphosphate in a calcareous soil cultivated with *Vicia faba*. Z. Pflanzenernahr. Bodenkd. 14:455-459.

27. Khalafallah，M. A.，M. S. M. Saber and H. K. Abd-El-Maksoud. 1983. Effect of phosphate-dissolving bacteria on P-uptake by bareley plants grown in a salt affected calcareous soil. Z. Pflanzenernahr. Bodenkd. 14:545-550.

28. Kucey，R. M. N. and M. E. Leggett. 1989. Increased yields and phosphorus uptake by westar canola (*Brassica napus* L.) inoculated with a phosphate-solubilizing isolate of *Penicillium bilaji*. Can. J. Soil Sci. 69:425-432.

29. Louw，H. A. and D. M. Webley. 1959. A study of soil bacteria dissolving certain mineral phosphate fertilizers and related compounds. J. Appl. Bact. 22:227-233。

30. Olsen，S. R.，and F. E. Khasawneh. 1980. Use and limitations of physical-chemical criteria for assessing the status of phosphorus in soil. p.361-410. *In* F. E. Khasawneh，E. C. Sample，and E. J. Kamprath，(eds). The Role of Phosphorus in Agriculture. Amer. Society of Agron.，Madison，Wis.

31. Piccini，D. and R. Azcon，1987. Effect of phosphate-solubilizing bacteria and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the utilization of Bayovar rock phosphate by alfalfa plants using a sand-vermiculite medium. Plant soil 101:45-50.

32. Raj，J.，D. J. Bagyaraj and A. Manjunath. 1981. Influence of soil inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhiza and a phosphate-dissolving bacterium on plant growth and P-uptake. Soil Biol. Biochem. 13:105-108.

33. Ralston，D. B. and R. P. McBride. 1976. Interaction of mineralphosphate-dissolving microbes with red pine seedings. PlantSoil 45:493-507.

34. Russell，E. W. 1973. Soil Condition and Plant Growth. 10th ed. Longman，London. p.555-603.

35. Saber，M. S.，A. G. El-Sherif. and A. Z. Osman. 1975. Studies on microbial fertilizers. III. Effect of phosphate and silicate dissolving bacteria on uptake of phosphorus and potassium from calcareous soil by *Sorghum helepensis*. Z. Pflanzenernahr. Bodenkd. 6:613-619.

36. Salih，H. M.，A. I. Yahya，A. M. Abdul-Rahem and B. H. Munam. 1989. Availability of phosphorus in a calcareous soil treated with rock phosphate or superphosphate as affacted by phosphate- dissolving fungi. Plant Soil 120:181-185.

37. Sauchelli，V. 1951. Manual on Phosphates in Agriculture. Davidson Chemical Coop，Baltimore.

38. Sperber，J. I. 1958. The incidence of apatite solubilizing organisms in the rhizoshpere and soil. Austr. J. Agri. Res. 9: 778-781.

39. Subba Rao，N. S. 1982. Biofertilizers in Agriculture. Sunil Printers，New Delhi.

40. Yahya，A. I. and S. K. Al-Azawi. 1989. Occurrence of phosphate-solubilizing bacteria in some Iraqi soils. Plant Soil 117:135-141.

41. Tisdale，S. L.，W. L. Nelson and J. D. Beaton. 1985. Soil Fertility and Fertilizers. 4th ed. Macmillan Company，New York.

42. Young，C. C. 1990. Effects of phosphorus-solubilizing bacteria and vesicular-arbuscular mycorrhizal fingi on the growth of tree species in subtropical-tropical soils. Soil Science and Plant Nutrition 36:225-231.

43. Young，C. C.，T. C. Juanag and H. Y. Guo. 1986. Vesicular-arbuscular mycorrhiza inoculation on soybean yield and mineral phosphorus utilization in subtropical-tropical Soils. Plant and Soil 95(2):245-254.

討　論

省農試所吳繼光博士問:

爲何菌根菌有溶磷效果? 是否有分析根圈內也有溶磷菌。

中興大學土壤系楊秋忠教授答:

因爲這個實驗有兩個狀況， 一個是殺菌土， 一個是不殺菌土。在此我們要講的是不殺菌土就是根圈周圍， 過去爲什麼沒人証明， 因爲過去取的土壤是soil col. 的， 所以你如果接種菌根菌以後， 沒有辦法瞭解眞正土壤減少鐵磷、鈣磷、鋁磷， 所以需要根圈土， 我這個實驗的成功是因爲我取根圈土， 最後知道這裏受到的影響， 不是做平均值。如果打一個soil col.下去就沒辦法証明， 另外還可藉去証明， 也的確和我這個結果相同。程永雄博士的論文在中興大學的研究中也是有這個結論， 謝謝。

農委會農糧處張淑賢問:

1. 你有一張顯示一個土壤加入磷下，接種菌根菌仍有促進作物生長效果，而說明菌根菌中也有可耐高磷的菌種，但是土壤可以固定磷，因此雖加入磷並不表示壤溶液的磷就很高，請解釋。
2. 你有關接種溶磷菌的效果試驗，所用的對照土壤條件不知如何?如果對照條件很差就更突顯接種的效果。

中興大學土壤系楊秋忠教授答:

1. 因爲這是一個研究生的論文我是把他出一個幻燈片而已，其實他也有一套在不同的土壤下情況下加入不同的磷，它有不同磷肥加進去的表現。
2. 事實上我這些文章都有發表，因爲發表大約二十幾篇的文章我要在很短的時間把我們過去的東西簡報完沒辦法。事實上有很多的問題在那邊，其中有一個很有趣的是說有些土壤在高磷之下接種還是有效。尤其台東的一個土壤，我們感到很奇怪是說，爲什麼高磷之下還是有效; 一般來講高磷是無效的，這等於說爲什麼土壤是一個非常複雜的情況，也是這個因素。

中興大學植病系吳文川教授問:

所用的溶磷菌學名是什麼? 站在細菌學理論而言須鑑定其種名。

中興大學土壤系楊秋忠教授答:

溶磷菌我們鑑定的有三種一個是*Bacillus*，一個是*Pseudomonas*。事實上並沒有跳離過去所鑑定的。只是說它是本土化的微生物，所以我們也是拿到菌種中心去鑑定。這裏面就是說，菌種本身就是說我們現在知道很有趣的一件事情就是說爲什麼我們要作本土化的菌種。因爲菌種一直從國外往國內送進來，這有一種潛在的危險，也就是說我們爲什麼要發展自己的菌種。這其中有個很有趣的問題，土壤微生物不像是醫學微生物，所以我們用醫學微生物或病菌的鑑定方式會發現很多，做愈多愈不是，就是你去證明用生化鑑定法，你做愈多的生化鑑定，愈躍不進去所有的屬和種，這是在土壤微生物。所以我們發現菌本身的基因在土壤裏面交換的情形是非常嚴重的，不像一個人的病害。所以我們很多的研究上面和醫學研究是有很大的差別。所以菌種中心對菌種的鑑定上，愈做愈多也是掉不進去的原因。

Function and Application of P-Solubilizing Microorganisms

Chiu-Chung Young[(1)], Cheng-Tang Chang[(2)], and Feng-Ping Chang[(3)]

[(1)] Department of Soil Science，National Chung Hsing University
[(2)] Hsing Nung Inc.
[(3)] Taiwan Tea Experiment Station

Abstract

Phosphorus is one of macronutrients for the plant. The forms of P in soils are including inorganic and organic P. After application of P-fertilizers into soils，large amounts of P are fixed by soils into insoluble types which are not available to the plant. P is not easy mobile and leaching from the soil，and it cause the accumulation of P in the agricultural soils. P-solubilizing microorganisms can dissolve or solubilize those inorganic and organic P in the soil.

P-solubilizing microorganisms are including bacteria，actinomycetes，and fungi，amoung them mycorrhiza can be as a P-solubilizing microorganisms in the rhizosphere. The studies showed that P-solubilizing microorganisms dissolved calcium phosphate in the medium，and increased radical growth in the seed bioassay. The results showed that P-solubilizing microorganisms increased the growth of peanut，chamaecyparis，leuceana，and tea plants in field experiments. Inoculation with both P-solubilizing microorganisms and VA mycorrhiza can be more stable and promising results. The application of P-solubilizing microorganisms increase crop production in many reports. P-solubilizing microorganisms not only increased P availability in soils，but also can increase the root growth and nutrient absorption of crops. It is need more further study in hormone activity of P-solubilizing microorganisms.

Key words: P-solubilizing microorganisms，Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi，Phosphorus.